计算机科学技术百科全书

(选编本)

清 华 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 158 号

版权所有,翻印必究。
本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书　名: 计算机科学技术百科全书(选编本)
出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)
http: // www .tup .tsinghua .edu .cn
印刷者: 清华大学印刷厂
发行者: 新华书店总店北京发行所
开　本: 787×1092 1/ 16　印张: 28 .25　字数: 868 千字
版　次: 2002 年 1 月第 1 版　2002 年 1 月第 1 次印刷
书　号: ISBN 7-302-04789-8/ TP・2839
印　数: 0001～5000
定　价: 30 .00 元

《计算机科学技术百科全书》

荣获第十二届中国图书奖

《计算机科学技术百科全书(选编本)》
序

《计算机科学技术百科全书》(以下称《计百科》)问世以来,备受读者关注。许多人把它作为论及计算机科学技术领域基本概念、基本内容以及名词术语、定义时的依据。在广大中、小学计算机教师中也产生了强烈反应,要求在原书基础上适当减缩篇幅,选取更符合中、小学教学需要的内容,组成选编本。编撰委员会经审慎研究,按照下述指导思想编撰本书,并定名为《计算机科学技术百科全书(选编本)》,以利推广应用。

1. 面向广大读者,内容注重实用

本书入选词条重在满足一般读者之需要,特别是适于中、小学计算机课程教师、计算机中等程序人员和分析人员、计算机应用人员等读者使用。对《计百科》书中内容较为艰深,一般读者较少涉及者原则上不予入选,篇幅控制在 60 万字左右,约为《计百科》的五分之一。

2. 精选基本词条,保持体系完整

(选编本)词条数量虽作了较大压缩,但全书仍力求保持计算机科学技术的完整体系,其框架结构除将"计算机科学理论"与"计算机软件"合并,并增设"计算机网络"分支外,均参照《计百科》原书设置。

3. 释文一般不改动,少数适当更新

《计百科》词条释文多为我国知名计算机专家、学者撰写并经认真审阅。问世后,读者反映良好。为此,选入(选编本)之《计百科》词条释文一般保持不动,只对其中少数词条根据近年科技发展情况作适当更新。

4. 适应时代需要,增设网络分支

计算机与通信技术的融合,计算机应用的网络化已在全球形成重大发展趋势。它加速了经济、社会信息化进程。为此(选编本)中增设了"计算机网络"分支,除将《计百科》书中原有网络条目纳入外,又增设了一些新的基本词条。

5. 坚持质量第一,力争尽快出书

本书属一种常用工具书,读者面很广,特别对年轻一代影响尤大,为此条目释文必须

力求概念清楚、定义准确、行文通顺易懂，坚持质量第一。在保证质量之前提下，尽快出书，以飨读者。

希望本书的出版能对我国普及计算机基础知识、提高全民计算机文化水平有所贡献。本书编撰出版承中国计算机学会、全国各高等学校、科研院所、企业公司，特别是清华大学出版社的大力支持，在此一并深表谢忱。书中不免疏漏、谬误之处，尚请读者指正。

张效祥、徐家福

序于北京

2000 9

需要全本请访问 www.ertongbook.com

凡　例

一、条目安排

1. 本书正文前设有条目分类目录,它将全书词条分别归属“计算机软件与科学理论”、“计算机组织与体系结构”、“计算机硬件”、“计算机网络”、“计算机应用技术”、“人工智能”6个计算机科学技术领域。

2. 本书条目按条题名汉语拼音字母顺序排列。第一个汉字同音时,按其音调的四声顺序排列,同音同调时依次按笔画多少和笔顺排列,如完全相同,则按第二字,余类推。非汉字开头的条题名排在汉字条题名之后,英文开头的条题名即按英文字母顺序排列。

二、条题和释文

1. 每个词条条题上方给出该条题的汉语拼音,条题后的括号中给出对应的英文译名。

2. 释文的内容及其一般安排顺序为:① 定义或定性叙述(以定义为核心对所述主题展开说明;② 词源知识;③ 简史;④ 基本内容;⑤ 发展趋势;⑥ 参考文献。这是向读者提供进一步了解条目所述知识的图书。不是每个条目都必须写到上述6个方面内容,但①、④项是必须写到的。

3. 在释文中用黑体字排出的是在本书中设有的条题名,说明阐述的部分内容另有专条论述或与其有关,可供读者参阅。在释文中用魏碑字体排出的主题词(如计算机病毒)是未被本书列为条目而在文中有定性叙述或较多阐释的知识主题。

三、本书的检索系统有:条题汉语音序索引和内容索引

内容索引中包含了全部条题名和释文内的主题词。

四、书末编有2个附录

附录Ⅰ为《计算机科学技术百科全书》(以下简称《计百科》)的内容索引;附录Ⅱ为《计百科》中出现的计算机科学技术名词缩略语,其目的是为读者学习与了解有关计算机科学技术更多的知识内容提供线索,其中的页码是指在《计百科》书中的页码,以便于读者查阅。

目　　录

计算机科学技术总论 …… *5*
条目分类目录 …… *23*
正文 …… 1
条目汉语音序索引 …… 342
内容索引 …… 347
附录Ⅰ　《计算机科学技术百科全书》内容索引 …… 355
附录Ⅱ　缩略语 …… 383

计算机科学技术总论

基 本 概 念

计算机是一种现代化的信息处理工具。它对信息进行处理并提供所需结果。其结果(输出)取决于所接收的信息(输入)及相应的处理算法。

计算机科学技术是研究计算机的设计与制造和利用计算机进行信息获取、表示、储存、处理、控制等的理论、原则、方法和技术的学科。它包括科学与技术两方面。科学侧重研究现象与揭示规律;技术则侧重研制计算机及使用计算机进行信息处理的方法与技术手段。科学是技术的依据,技术是科学的体现;技术得益于科学,它又向科学提出新的课题。科学与技术相辅相成、互为作用,二者高度融合是计算机科学技术的突出特点。

计算机科学技术除了具有较强的科学性外,还具有较强的工程性,因此,它是一门科学性与工程性并重的学科。计算机科学技术的迅猛发展,除了源于微电子学等相关学科的发展外,主要源于其应用的广泛性与强烈需求,它已逐渐渗透到人类社会的各个领域,成为经济发展的倍增器,科学文化与社会进步的催化剂。应用是计算机科学技术发展的动力、源泉和归宿,而计算机科学技术又不断为应用提供日益先进的方法、设备与环境。

计算机科学技术发展迅速,还因为科学技术成果逐步转化为商品,形成开发、生产、销售、服务、培训配套的,年销售额达数千亿美元的全球性巨大的计算机产业。产业是计算机科学技术发展的依托。计算机科学技术为产业提供新思想、新方法、新技术、新工艺,更新产品,拓宽市场,增强竞争力。而产业则为科学技术的研究开发提出课题,提供资源,从而构成计算机事业发展的良性循环。总之,计算机、计算机科学技术、计算机产业三者的关系是:计算机是计算机科学技术的基本研究对象,是计算机产业的基本商品;计算机产业是计算机与计算机科学技术的依托;计算机科学技术则是计算机、计算机产业发展的生命源泉。三者又同时限定和制约于经济发展、社会发展以及相关学科的发展。

巨 大 作 用

计算机是20世纪40年代人类的伟大创造。它对人类社会的进步与发展作用巨大,影响深远。

1. 开拓了人类认识自然、改造自然的新资源

人类最早认识和开发的是物质资源,把它转化成材料,制作出简单的工具,从事个体、家庭或小作坊式的生产,这种生产方式的生产率低下,以致社会经济发展缓慢,形成几千年的农业社会自给自足的自然经济。18 世纪以蒸汽机发明为代表的产业革命兴起,开始了能源的开发和利用,把它转化为动力,制造出各种自动的机器作为生产工具,有效延伸了人的体能,劳动生产率显著提高,使人类进入大规模生产的工业化时代,形成以商品生产与交换为标志的市场经济。工业化为人类创造了巨大的财富,促进了社会经济的繁荣与发展,但同时也带来了非再生物质资源和能源的大量消耗与浪费。人类发现信息这一战略资源,还是近几十年的事。现代科学技术的进步,特别是计算机的出现,使人类从此有了自动化、信息化和一定智能化的强大工具,以开发利用信息资源,把它转化为知识产品,促使物质生产水平和社会劳动生产率空前提高,开创了信息时代的新纪元。以计算机为核心对信息资源的开发和利用,使物质和能源资源的效益得以更加充分、高效的发挥,人们能以合适的物质和能量创造出高质量产品,其增值来源于信息和知识。计算机与通信的融合,建立大规模高速信息网和信息高速公路,必将深刻影响人类的生产与生活方式,形成以信息和知识产品为特征的“信息经济”和“知识经济”。计算机的出现,使人们在物质和能量两大战略资源外,开发和利用了“信息”这一新的战略资源,开拓了人类认识自然、改造自然的新资源。

2. 增添了人类发展科学技术的新手段

长期以来,人类发展科学技术依靠两大传统手段,即理论推导与科学实验。这两种手段起过并继续起着基本作用。而计算机的出现,由于其自动、高速进行大量运算的能力和计算的精确性,致使过去科学家穷毕生精力无法办到的事,如今在短短几小时,甚至几分钟内即可变成现实,并能获得单纯依靠理论推导与科学实验难以得到的结果。从而,一方面,使传统物理学、化学、生物学等基础科学的研究进入了新的境界,出现了计算物理学、计算化学、计算生物学、计算力学等新兴学科;另一方面,在诸如电机工程、电子工程、土木工程、建筑工程、化学工程、航空工程、材料工程等工程性学科的研究中,由于利用了计算机这一现代信息处理工具以及计算机科学技术的研究成果,更新了研究手段,加速了它们的发展。同时,由于计算机科学技术与其它学科的融合,出现了人工智能、计算机图形学等交叉学科。此外,计算机用于自然资源开发、重大工程建设与环境保护等方面,正在起到越来越大的作用。计算机已在航空航天、资源勘探、大范围中长期天气预报、材料、遗传工程、核能利用、尖端武器设计等众多领域大量应用,取得了重大经济效益和社会效益。随着计算机应用的不断拓广与深入,以及计算机科学技术的不断发展,必将出现更多的新兴交叉学科。计算机和计算机科学技术的出现,在理论推导与科学实验两大传统手段外,又增添了人类发展科学技术的新手段,即所谓“计算”手段。

3. 提供了人类创造文化的新工具

文化是人的行为以及体现在思想、言语、行动、制作中的成果的总体式,是人类创造的

社会精神财富的总和。计算机用于辅助教育,丰富了教育方法。计算机辅助教育以生动的画面和动画图形来描述数学、物理、化学、历史、地理与语文等学科内容,寓教育于娱乐,以形象补充文字,提高了学习者的积极性。计算机辅助教育通过学习者与计算机之间的交互活动,使学习者能自主探索,按需学习,从而培养了学习者的创造思维和主动学习能力,收到传统教育方法难以收到的效果。以计算机为核心的电子照排系统,从文稿起草,编辑,版面编排,到制版印刷,连续完成一系列工序流程,大大提高了文化传播的能力与水平。随着电子印刷的推广,大量图文资料进入计算机软盘、光盘等存储媒体,自然地引发了电子图书的出现,几十卷的巨著存入光盘,既便于携带、查阅,又大幅度降低了出版成本。多媒体技术和超文本结构的引入,更将使电子图书、电子报章成为文化传播的手段。计算机进入美术、影视等领域已成现实。用计算机设计创作的编织、刺绣、服装、地毯、壁纸、工业造型与动画等已进入市场。在计算机上直接完成乐谱制作,用计算机设计舞蹈表演和人体动作等,已引起音乐家、舞蹈家和体操教练等的重视。机器翻译与语言文字识别等技术的进展,将在国际合作和科技文化交流等方面发挥重大作用。在各类学校中,计算机都列为必修课程。社会上各行各业的工作人员由于学会使用计算机,其工作成果与工作效率大大提高。从而,计算机及其使用已成为人类必需的文化内容,成为与语文和数学等同等重要的基础知识。计算机的出现,为人类创造文化提供了新的现代化工具。它改变了人们创造文化的活动方式、方法和性质;拓广了文化活动的领域;丰富了文化的内容;提高了质量;革新了传播手段;改善了学习条件;增强了传播能力,使之达到前所未有的水平。

4. 引起了人类的工作方式与生活方式的变化

计算机进入办公室、家庭和个人之手,使人类的工作方式与生活方式正在经历着巨大变化。社会与经济的发展使各类社会组织如政府机关、企业事业部门、金融商业机构、社会团体等的业务信息急剧增长,决策处理科学化和时效性要求大大提高,传统的工作方式与方法已不能保证质量要求和决策水平。计算机技术、通信技术与各种办公设备相结合,使人类的工作方式与方法产生了巨大变革。人们用计算机进行文字处理;用电子报表、图形、图象、声音等多媒体技术来表示工作中复杂、生动的实际情况;用电子邮件保证部门间信息传递的及时、方便与可靠;电子会议改进了会议方式,减少了会务工作,提高了会议效率。计算机、通信网络与各种决策支持系统以及管理信息系统相结合,大大增强了人们掌握工作全局情况和综合分析判断的能力,有效地提高了决策、经营和管理水平。计算机进入家庭给家庭生活带来巨大变化。人们用计算机管理家庭日常事务;对家用设备如照明、煤气、空调、电源,以及门户、烟火安全等进行监控;计算机与市场多媒体数据库相联系,实现在家购物;计算机与医疗中心相联系,实现在家就医;计算机与电视、电话相结合,可获得交互式电视教学、电视游戏、电视点播等服务;通过计算机网络,实现在家办公。笔记本计算机与个人数字助手的发展更使计算机成为易于携带的个人手中的计算工具,并通过通信网络为实现不拘地域、空间均能开展工作提供了条件。总之,计算机、计算机网、信息高速公路等给人类的工作方式与生活方式带来深刻变化,朝向理想的自动化与智能化前进。

发 展 历 程

1. 国际

(1) 电子计算机的诞生　用于计算的机器可追溯到 17 世纪,那时欧洲的一些数学家就设计制造出纯机械式的数字运算机器。著名的有 1642 年法国数学家 B .Pascal 制成的十进制加法器,1673 年德国数学家 C .N .Leibniz 研制的进行十进制数乘、除运算的计算器。在此基础上英国数学家 C . Babbage 于 1822 年研制成可以运转的差分机模型,1834 年他又设计了一种程序控制的通用分析机,但限于当时的技术条件,未能实现。在 Babbage 分析机之后的几十年间,数字式计算机的研究出现了停滞,但有一批物理学家用物理方法探求计算工具的新途径,兴起了模拟计算机的研制。模拟计算机借助连续物理量运算求解问题,用物理过程来模拟数学方程的解算过程。直到 20 世纪 30 年代模拟计算机仍受重视,但其专用性、低精度、可靠性与稳定性较差等弱点限制了它的推广。另有一类计算机曾在电子计算机出现之前起过重要作用,即 19 世纪末叶由统计工作者 H . Hollerith等人创造的高级分类统计机。它以机电相结合的结构,采用穿孔卡片作为数据载体,完成分类、统计、制表等一系列计算操作过程。这类机器在 20 世纪 40 年代后逐渐被淘汰。最早采用电气元件研制计算机的是德国工程师 K . Zuse,他于 1941 年完成全继电器式通用计算机 Z－3。其它著名的继电器式计算机尚有由 H . Aiken 于 1944 年完成的 MARK－Ⅰ及 1947 年完成的 MARK－Ⅱ。科学技术的进步,特别是电子学的迅速发展和第二次世界大战对先进计算工具的迫切需要,为现代电子计算机的诞生奠定了社会与技术基础。首先采用电子技术实现的数字计算机为 1946 年 2 月美国宾夕法尼亚大学莫尔学院制成的 ENIAC,它含有 18 000 个真空管,运算速度达到当时继电器式计算机的 1 000 倍,但它没有采用二进制操作和存储程序控制,未具备现代电子计算机的主要特征。1945 年 3 月, J . von Neumann 领导的小组发表了二进制的程序储存式的电子数字自动计算机 EDVAC 方案,1945 年 7 月, J . von Neumann 等人又提出更为完善的设计报告,宣告了现代计算机结构思想的诞生。但由于种种原因,直到 1951 年 EDVAC 才告完成。而英国剑桥大学的 M . V . Wilkes 在 EDVAC 方案的启发下于 1949 年制成的 EDSAC 成为世界上第一台程序储存式的现代计算机。

(2) 器件更新作为计算机划代的标志　计算机硬件的发展受到电子开关器件的极大影响。为此,器件更新被作为计算机技术进步划代的一种标志。第一代为电子管计算机(从 20 世纪 40 年代中期到 50 年代末期)。除了前述的 ENIAC 和 EDSAC 外,最具代表性的尚有 1951 年的 UNIVAC－1 和 1956 年的 IBM－704 等。1951 年由 J . P . Eckert 和 J . Mauckly 主持设计的 UNIVAC－Ⅱ是美国批量生产的第一台电子管商用计算机。为军事需要而研制的大型计算机则有 1954 年的 NORC 等。电子管计算机体积大、功耗大、故障率高、运算速度只在每秒一两万次左右。第二代为晶体管计算机(从 50 年代中、后期到 60 年代中期),其主要特征是采用晶体管作为开关元件。和第一代的电子管计算机相比,第二代晶体管计算机具有体积小、可靠性高、功耗低、运算速度快(可达每秒执行百万

需要全本请访问 www.ertongbook.com

条指令)等优点。最初出现的晶体管计算机为 1956 年美国军用的 Leprechan,而美国麻省理工学院于 1957 年完成的 TX－2 对晶体管计算机的发展起了重要作用。这一代计算机的产品主要有 IBM 7040,7070,7090 等。小型计算机则有 IBM 1401。主要的大型计算机有 UNIVAC－LARC,IBM Stretch 以及 CDC 6600 等。第三代计算机(从 60 年代中期到 70 年代初期)以集成电路作为基础器件,这是微电子与计算机技术相结合的一大突破。从而可以廉价构作运算速度快、容量大、可靠性高、体积小、功耗少的各类计算机。1964 年发布的 IBM 系统 360 是第三代计算机的代表性产品,同时为计算机系列化与工业化开创了新局面,其用户遍及各大洲的主要国家。第四代计算机(70 年代中期以来)的主要特征是普遍采用大规模集成电路与超大规模集成电路技术,从而导致计算机硬件价格急剧下降,机器的性能价格比迅速提高。

(3) 计算机应用方式的发展　在计算机出现初期,所处理的大都是科学计算和工程计算问题,计算量大而数据量相对较少,主要采用批量处理方式。50 年代后期,企业应用逐渐开展,数据处理问题日益增多,这类问题的数据量大,输入输出频繁,计算量相对较少,致使运算部件经常处于空闲状态,为使价格昂贵的计算机资源得以充分利用,以提高计算机系统的实际使用功效,出现了分时处理方式与交互作用方式。70 年代微处理器的出现与 80 年代微型计算机的大发展,使计算机得以进入各行各业、家庭和个人之手,大大加速了计算机的普及应用,出现了所谓个人计算方式。90 年代以来,计算机网络蓬勃发展,大量计算机联入不同规模的网中,大大扩展和加速了信息的流通,增强了社会的协调与合作能力,使计算机的应用方式向分布式和群集式计算发展。

(4) 计算机产品的发展　计算机发展初期,主要针对具体应用需求研制机器,因此,型号多而产量少。有一定批量的工业生产始于 50 年代前期。随着应用和计算机工业的发展,人们注意到计算机产品继承性的重要性。50 年代后期出现了具有一定兼容关系的计算机系族,IBM 700、IBM 7000 系族为其代表。在这一时期还因为工业、商业、金融业等对数据处理应用的需求,促使小型计算机如 IBM 1401 及 PDP－8 等的发展。1964 年 4 月 IBM 公司发布 IBM 360 系列,对计算机的普及和大规模工业生产产生了重大影响。IBM 360 以统一的体系结构、操作系统、输入输出接口,以及科学计算、数据处理、实时控制等广阔的应用方面,达到大、中、小型计算机之间的兼容,实现了系统的通用化、系列化与标准化,成为计算机发展中的重要策略。CDC,UNIVAC,Burrough 等大公司也都相继推出了系列化产品。系列机大量节约了后继机种的开发成本,缩短了开发周期。尤为重要的是,保护了用户的软件资源积累。70 年代初,Intel 4004 芯片研制成功,为 80 年代微型计算机的大发展奠定了基础,掀起了计算机普及的浪潮。特别是 80 年代后期 RISC 芯片的出现,使芯片运行速度大大提高,90 年代中期的 RISC 处理机每秒可执行几亿条指令。另一方面,由于众多的应用领域要求超高性能的计算机,在 1970 年前后,相继出现了 CDC 7600,STAR－100,ASC 等巨型计算机,其主要特点是: 速度快、并行处理能力强。1976 年,Cray 公司推出了 Cray－1 向量巨型机,具有 12 个功能部件,运算速度达每秒 1.6 亿次浮点运算。随着超大规模集成电路与微处理器技术的长足进步和现代科学技术对提高计算能力的强烈要求,80 年代以来,并行处理成为研究的热点。特别是,使用成百上千个微处理器组成的大规模并行处理系统,其峰值运算速度已达每秒几千亿次,成为

90 年代巨型计算机发展的主流。

(5) 计算机软件的发展　计算机软件的发展受到应用和硬件发展的推动和制约。反之,软件的发展也推动了应用和硬件的发展。软件的发展经历了如下阶段: 从第一台计算机上的第一个程序开始到实用的高级程序设计语言出现以前为第一阶段(20 世纪 40 年代中期到 50 年代中期)。如前所述,在计算机发展初期,应用领域较窄,主要是科学计算与工程计算。处理对象是数值数据。编制程序所用的工具是低级语言。程序的设计和编制工作采用个体工作方式,强调编程技巧。研究对象是顺序程序。这一阶段主要研究科学计算与工程计算程序、服务性程序和程序库。当时人们对和程序有关的文档的重要性尚认识不足,重点考虑程序本身。那时虽尚未出现"软件"一词,但毕竟由于程序是软件的主体,从发展的连续性来看,仍应将其归为第一阶段。从实用的高级程序设计语言出现以后到软件工程提出以前为第二阶段(50 年代中期到 60 年代后期)。虽然早在 1951 年瑞士学者 H . Rutishauser 就提出设计高级语言及其翻译程序,但直到 1956 年在 J . Backus领导下,才就 IBM 704 机器研制出第一个实用的高级语言 FORTRAN 及其翻译程序。此后,相继又有多种高级语言问世,著称者有 ALGOL 60, COBOL, ALGOL 68 等,从而设计和编制程序的功效显著提高。为了充分利用系统资源,产生了操作系统(如 IBM 360 操作系统)。为了适应大量数据处理问题的需要,研制了数据库及其管理系统。在 50 年代后期人们逐渐认识到和程序有关的文档的重要性,因此到了 60 年代初期,出现了"软件"一词,融程序及其有关文档为一体。这时,软件的复杂程度迅速提高,研制周期变长,正确性难以保证,可靠性问题相当突出。到了 60 年代中期,发生了人们难以控制的局面,即所谓软件危机。为了解决这一危机,人们进行了以下三方面的工作: 第一,提出结构程序设计方法;第二,提出用工程方法开发软件;第三,从理论上探讨程序正确性和软件可靠性问题。这一阶段的研究对象增加了并发程序,并着重研究高级程序设计语言、编译程序、操作系统以及各种应用软件。计算机系统的处理能力得到加强,设计与编制程序的工作方式逐步转向合作方式。从软件工程提出迄今为第三阶段(60 年代后期以来)。由于大型软件的开发是一项工程性任务,采用个体或合作方式不仅效率低、产品可靠性差,而且很难完成,只有采用工程方法才能适应。从而在 1968 年的大西洋公约学术会议上提出了"软件工程"的概念。近三十年来,软件领域工作的主要特点是: 第一,随着应用领域的不断拓广,出现了嵌入式应用及其软件;为了适应计算机网络的需要,出现了网络软件;随着微型计算机的推广,分布式应用和分布式软件得到快速发展。第二,软件工程发展迅速,开发方式逐步由个体合作方式转向工程方式,形成了"计算机辅助软件工程"。除了开发各类工具与环境,用以支持软件的开发与维护外,还有一些实验性的软件自动化系统。第三,致力研究软件过程本身,研究各种软件开发范型与模型。第四,除了软件传统技术继续发展外,人们着重研究以智能化、自动化、集成化、并行化、开放化以及自然化为标志的软件开发新技术。第五,注意研究软件理论,特别是软件开发过程的本质。

2. 国内

(1) 中国古代的贡献　中国古代在计算理论与计算工具方面贡献突出。主要发明有四: 一为二进制的位。其表示符号为"爻"。爻分阳爻和阴爻。阴爻对应 0,阳爻对应 1,

易经中的八卦和六十四卦分别为 3 个爻和 6 个爻的集合。德国数学家 Leibniz 曾说:“伏羲在其推演的八卦中使用了二进制算术”。二为十进制计数系统。据殷墟甲骨文和周代青铜器上的铭文记载,十万以内的自然数可由 1～9 的 9 个符号和表示十、百、千、万位值的 4 个符号表示。较当时巴比伦和古埃及的记数制更为科学。东周末年,出现了算筹体计数法,中国早就把零当作数。公元 1 世纪的《九章算术》中已阐明了负数的运算规则,印度在公元 7 世纪才提到负数,欧洲到 17 世纪才有论述负数的著作。三为筹算。筹算利用算筹作为运算工具,春秋战国时期已广泛使用,对中国古代社会的发展起了重要作用。四为珠算。它以算盘为计算工具,在元代已广泛使用,明代传至日本、朝鲜等国。

(2) 中国计算机系统的研制　早在 20 世纪 50 年代初期,中国即有从事计算机研究的科研组。

中国计算机事业创始于 50 年代中期。1956 年国家制定《1956 — 1967 年科学技术发展远景规划》,将“计算技术的建立”列为紧急措施之一。一面派人去前苏联考察、学习,一面在国内开办训练班,积极培养人才,同时筹建中国科学院计算技术研究所。并以前苏联资料为蓝本,分别于 1958 年与 1959 年研制出我国最早期的计算机,即 103 小型数字计算机和 104 大型通用数字计算机。此后开始自主研制。先后于 1964 年 5 月与 10 月由中国科学院计算技术研究所和华东计算技术研究所分别研制出大型电子管计算机 119 机与 J－501 机。1965 年南京大学与华东计算技术研究所合作在 J－501 机上配置了 ALGOL 语言。中国科学院计算技术研究所在 119 机上配置了 BCY 语言。1965 — 1966 年间中国科学院计算技术研究所、哈尔滨军事工程学院、华北计算技术研究所、华东计算技术研究所等单位分别研制出晶体管计算机: 109 乙机、441B 机、108 机和 X－2 机。此外,投入生产的还有 121 机和 112 机。从而中国进入了晶体管计算机的时代。这些机器一般都配有 ALGOL或 FORTRAN 语言。FORTRAN 语言是由长沙工学院于 1973 年首先在 441B 机上配置的。中国集成电路计算机的研究始于 1965 年。直到 1971 年,中国科学院计算技术研究所的 111 机和华北计算技术研究所的 112 机才基本研制成功。1973 年北京大学与北京有线电厂合作研制出百万次级的 150 机,华东计算技术研究所也研制出性能和 150 机相当的 655 机,并先后投入运行。这些机器都配有高级语言与管理程序。1973 年初,原第四机械工业部主持研制 100 系列与 200 系列计算机。前者和 NOVA 机兼容。清华大学负责研制的 130 机与 140 机批量生产千余台,后者指标和 IBM 360 类似,但和 IBM－360 不兼容,也生产若干台,并配有 14 个软件系统,其中包括三个操作系统(南京大学研制 XT－1,北京大学研制 XT－2,华北计算技术研究所研制 XT－3), FORTRAN(北京有线电厂主要研制), COBOL(南京大学主要研制), BASIC(西安交通大学主要研制),系统程序设计语言(南京大学研制),以及光笔等其它软件。此外,中国科学院计算技术研究所研制成 757 向量机与 KJ 8920 大型机。国防科技大学先后于 1983 年及 1992 年研制成巨型机银河Ⅰ和Ⅱ,它们都配有操作系统、高级语言编译程序等系统软件,这些机器对国防建设与国民经济建设均起了重要作用。另一方面,清华大学开发出中华学习机,生产十余万台。长城计算机公司与清华大学联合研制的 0520 机是我国最早的国产微型计算机。随着对微型计算机的需求量的日益增加,我国计算机的装机量从 1978 年的 500 台猛增到 1990 年的 50 万台,1996 年的 500 万台,计算机得到更为广泛的普及应用。此外,国

家智能计算机研究开发中心于 1995 年研制成大规模并行计算机曙光 1000。

(3) 中国计算机的应用　中国计算机应用的发展可分为如下阶段。50 年代末至 60 年代中为第一阶段。其特点是,所解问题多为科学计算与工程计算问题,诸如求代数方程的近似解,求线性代数方程组的数值解,以及求常微分方程组、偏微分方程组的数值解等,处理对象均为数值数据。应用领域涉及国防建设、气象数值预报、工程设计等。程序人员使用低级语言编制程序,单纯手工方式,有一些简单的标准程序库与服务性程序。60 年代中至 70 年代末为第二阶段。这时所解算的问题除了科学计算与工程计算问题外,出现了数据处理问题。如前所述,这类问题计算量相对较小,数据传输量却很大,输入输出频繁,处理对象主要还是数值数据。应用领域除前述者外,还涉及各种企业、事业部门,应用面不断拓广,开发了不少信息管理系统。程序人员普遍使用高级语言,各类机器一般都配有 ALGOL, FORTRAN, COBOL, PASCAL 等语言,以及各种操作系统等系统软件,解题环境得到改善。培养了一批系统软件及应用软件开发人员。这一阶段利用计算机解题的水平显著提高。80 年代迄今为第三阶段。其主要特点是,处理对象除了数值数据外,出现了非数值数据。既有数值分析问题,也有逻辑问题,应用面大大拓广。所解问题涉及国防建设、国计民生、教育文化、安全保卫和娱乐健康等方面。计算机辅助技术用于辅助设计、辅助制造、辅助教育以致辅助软件工程。在软件开发过程中也尽量利用了计算机系统。软件技术与人工智能技术相结合,出现了一些富有特色的计算机辅助设计系统、专家系统以及图形、图象识别与处理系统,具有一定智能的软件工具等。40 年来,中国计算机应用的发展已逐步从面向专业人员朝面向非专业人员过渡,由处理单纯数值对象发展为既处理数值对象又处理非数值对象,并发展了包括语言、文字、图形、图象、声音等在内的多媒体应用。计算机的应用面和应用水平正在不断拓展和提高。

(4) 中文信息处理　中文信息处理是我国与全球汉字通行国家、地区和汉字使用者在计算机应用中面临的重大问题。

中文和西文的差异较大。40 年来,特别自 70 年代中期以来,我国在中文信息处理方面进行了大量的研究开发工作。从汉字属性分析研究、汉字键盘输入技术、汉字字模技术、汉字输出技术、汉字编码以及储存、检索、软件汉化到中文篇章识别、汉语语音识别、手写汉字识别、篇章理解与处理、机器翻译、电子照排、印刷出版、中文平台等方面,取得了一系列重大成果。

对汉字编码输入,人们从汉字本身体现的各种特点出发,提出了数百种方案,实际使用者近十来种。但汉字输入问题的完善解决,尚有许多探索研究工作要做。为了储存大量中文篇章,需解决信息压缩问题,为此提出了基于数学理论而又颇富实效的压缩技术。中文信息检索方面异彩纷呈,提出了各种中文信息检索方法。关于软件汉化,也做出了很好的工作,如汉化 DOS、汉化 Unix 等。

中文篇章的识别、理解与处理比较困难。为了识别、理解与处理中文篇章,必须进行词切分,从语法与语义两方面联系起来考察。多年来,在汉语语法方面开展了大量研究工作。在研制具体汉语处理系统的同时,还从理论上探讨了汉语语法的形式化问题。用合适的形式体系来描述受限汉语的语法,取得了较大进展。同时对难度更大的汉语语义的形式化问题也进行了探索。此外,在与中文篇章的理解与处理密切相关的语料库方面,也

进行了卓有成效的工作。

汉语语音识别的难度很大,既要考虑汉语的平、上、去、入四声,又要考虑到上、下文,目前有的系统已初步具有学习功能,经过对发音者的语音学习后,即可识别出同一发音者的语音,而且达到较高的正确率。对手写汉字的识别也很困难。首先要确定字体(如楷、宋、隶、篆、草体以及简、繁体等);其次要考虑到各人写法的可允许差别范围。必须从识别方案、特征抽取、识别算法等多方面探求解决方法。目前已出现一些实验性系统,在特定使用领域并加以若干限制的条件下,有的系统已臻实用。此外,如机器翻译、电子照排、印刷出版等,我国均有出色的成果,并有相当影响的产品问世。近年来,还在将中文信息处理系统的硬件支撑与软件支撑联系统一考虑,建立计算机系统的中文平台方面作出了不少成绩。

基 本 内 容

计算机科学技术的基本内容可概括为计算机科学理论、计算机组织与体系结构、计算机软件、计算机硬件、计算机应用技术以及人工智能等领域。

1. 计算机科学理论

计算机科学理论包括数值计算、离散数学、计算理论和程序理论四部分。数值计算讨论用于模拟物理过程或社会过程的各种算法的开发、分析和使用。早在 18 世纪与 19 世纪,高斯、牛顿、傅里叶等著名数学家就开发过数值计算方法,而计算机的诞生更大大促进了数值计算的发展。数值计算涉及的内容颇多,如方程求根、数值逼近、数值微分、数值积分、数值代数、线性代数方程组的数值解法、矩阵特征值计算、微分方程数值解法等。例如,高次代数方程求根的常用方法有二分法、牛顿法、割线法等。数值微分讨论求导数近似值的理论与方法,常用的有有限差分法。数值积分讨论求定积分近似值的理论与方法。梯形法和辛普森法均为世人所熟知。线性代数方程组的数值解法用以求线性代数方程组的数值解,通常有直接法和迭代法两类。高斯消去法即为直接法,简单迭代法和赛德尔迭代法均为迭代法。离散数学是泛指数学中讨论离散对象的分支。和连续数学不同,离散数学通常涉及整数系,由于数字计算机是离散机,离散数学的重要性不言而喻。通常认为离散数学包括集合论、图论、组合学、数理逻辑、抽象代数、线性代数、差分方程、离散概率论等学科。图论是研究图的性质的学科。图论中的图并非初等数学中的图,后者只是连续函数的图形,图论中的图却是一组顶点(结点)和一组连接两两顶点的边(支)所构成的集合。组合论讨论计算某类对象个数的方法,它在统计学、理论物理、化学、社会科学、通信理论以及计算机科学技术中均有重要作用。多数组合论问题可归结为存在性问题、枚举性问题或选择性问题。数理逻辑研究形式体系。作为其组成部分的命题演算与谓词演算等在计算机科学技术中作用巨大,影响深远。诸如计算机设计、软件开发、程序正确性验证,以及人工智能等领域无不用到数理逻辑。抽象代数讨论离散对象结构,它在计算机科学技术中应用广泛。例如,半群已用于形式语言理论和自动机理论,群在编码理论中有其重要作用。线性代数虽然涉及实变量,但其结构与处理均为离散,因而,也可归为离散

数学。此外,差分方程,离散概率论等亦为离散数学内容。计算理论主要包括算法、算法学、计算复杂性理论、可计算性理论、自动机理论、形式语言理论等等。算法是解题过程的精确描述,它包括有限多个规则,并具有如下性质: 第一,将算法作用于特定的输入集或问题描述,可导致由有限多个动作构成的动作序列;第二,该动作序列具有唯一一个初始动作;第三,序列中的每一动作具有一个或多个后继动作(序列中的末一动作的后继动作可视为空动作);第四,序列或者终止于问题的解,或者终止于一陈述,以表明问题对该输入集而言不可解。算法学是系统研究算法的学科。通常包括设计、验证以及分析三部分。设计是创建算法的过程,并研究良好的创建方法;验证在于证明算法的正确性,基本途径是数学归纳法;分析着重确定算法的效用,当一问题有多种算法可用时,则比较其相对效用。计算复杂性确定从数学上提出的问题的固有难度,通过研究计算复杂性,可以断定哪些问题是固有困难的,从而有助于寻求更为优越的算法。算法复杂性是针对特定算法而言,最佳算法复杂性等于计算复杂性。计算复杂性理论则是用数学方法研究各类问题的计算复杂性的学科。它在计算机科学技术中既有理论意义,又有实用价值。可计算性理论是研究计算的一般性质的数学理论。它通过建立计算的数学模型,精确区分哪些问题是可计算的,哪些问题是不可计算的。计算的过程就是执行算法的过程。主要包括图灵机、丘奇图灵论题、λ演算、原始递归函数、部分递归函数、递归集、递归可枚举集、可判定性等等。自动机理论是研究称作自动机的抽象理想机的数学学科。自动机是信息处理设备(如计算机)的抽象。多数自动机都是图灵机的特例。自动机理论一般包括有限自动机理论、无限自动机理论、概率自动机理论、细胞自动机理论等等。形式语言理论是用数学方法研究自然语言(如英语)和人工语言(如程序设计语言)的语法的理论。形式语言就是模拟这些语言的数学工具。它只研究语言的组成规则,不研究语言的含义。内容包括描述工具、文法分类(如乔姆斯基层次)、语言分类,以及各类语言的性质及其间的关系等。程序理论研究程序的语义性质和程序的设计与开发,主要包括程序语义理论、数据类型理论、程序逻辑理论、程序验证理论、并发程序设计理论和混合程序设计理论等。程序理论和计算理论是计算机科学理论的两大支柱。形式语义理论是用数学方法研究程序语言的含义的理论,包括操作语义、公理语义、指称语义以及代数语义等。此外,还有旨在用计算机研究代数演算的“计算机代数”以及用计算机研究数学证明的“计算机数学”等。

2. 计算机组织与体系结构

计算机体系结构着重研究计算机系统的物理或硬件结构、各组成部分的属性以及这些部分的相互联系。它可分为系统体系结构和实现体系结构两个方面。前者着重从系统软件开发人员的角度看计算机系统的功能行为和概念结构;后者从计算机系统的价格和性能特征出发,考虑该系统的结构和实现,包括中央处理器、存储器等部件的结构和实现。也有人认为计算机体系结构专指系统体系结构,而将实现体系结构称为计算机组织。这里的计算机组织与体系结构包括上述的计算机系统体系结构和计算机实现体系结构。其内容除了计算机体系结构和计算机组织外,还包括计算机类型、计算机网络、计算机 RAS 技术和计算机性能评价。可从不同角度来区分计算机类型。按计算机内数据表示的方式分,有数字计算机、模拟计算机、混合计算机等。按系统规模和性能分,有微型计算机、小

需要全本请访问 www.ertongbook.com